

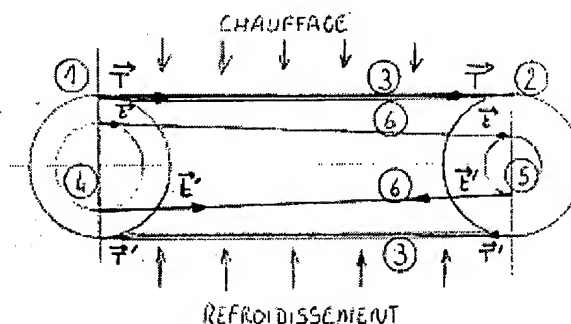
Irreversible thermal machine used as motor comprises two pulleys of different diameter holding spiral spring cable heated up from top of pulleys and cooled down from bottom of pulleys

Patent number: FR2789734
Publication date: 2000-08-18
Inventor: DUCRETET PAUL
Applicant: DUCRETET PAUL (FR)
Classification:
 - international: **F03G7/06; F03G7/06; (IPC1-7): F03G7/06**
 - european: **F03G7/06B**
Application number: FR19990000912 19990125
Priority number(s): FR19990000912 19990125

Report a data error here

Abstract of FR2789734

Two pulleys (1, 2), of different diameter, have grooves where spiral spring cable (3) is placed. Cable is heated up at top of pulleys, and cooled down at bottom of pulleys. At low temperature (below 50 deg C), cable is extended and, at high temperature (above 90 deg C), cable is retracted, creating tensile stress in cable. Pulley (4) is co-axial with pulley (1) and is attached with notched belt (6) to pulley (5), co-axial with pulley (2). Pulleys (4, 5) have same diameter.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 789 734

(21) N° d'enregistrement national : 99 00912

(51) Int Cl⁷ : F 03 G 7/06

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 25.01.99.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.08.00 Bulletin 00/33.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : DUCRETET PAUL — FR.

(72) Inventeur(s) : DUCRETET PAUL.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

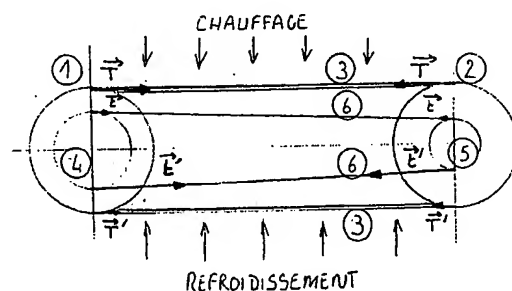
(54) MOTEUR UTILISANT LES PROPRIÉTÉS D'UN MATÉRIAU A MÉMOIRE DE FORME-ELEMENT DE REACTION
POUR CE MOTEUR.

(57) Moteur utilisant les propriétés d'un matériau à mémoi-
re de forme. Élément de réaction pour ce moteur.

L'invention concerne une machine thermique transfor-
mant de l'énergie thermique en énergie noble: mécanique,
électrique, pneumatique ou hydraulique.

Cette machine utilise la circulation sur deux poulies (1)
et (2) d'un lien souple en forme de courroie, en matériau à
mémoire de forme (3). Ceci grâce à un élément, dit "élément
de réaction" (4) (5) (6), reliant les deux poulies dans leur ro-
tation, et permettant d'exploiter la rétraction de l'un des
brins du lien (3) pour fournir une puissance mécanique en
continu.

Ce dispositif permet d'exploiter des sources chaudes et
froides de faible différence de température avec un bon ren-
dement thermodynamique.



FR 2 789 734 - A1



La présente invention concerne une machine thermique irréversible, travaillant en moteur.

La machine selon l'invention fonctionne en transformant en énergie mécanique une partie du flux calorifique circulant entre une source chaude et une source froide.

L'agent moteur est un lien fermé, souple, en matériau à mémoire de forme, circulant autour de deux poulies au moins.

10 Ce type de moteur présente l'avantage de pouvoir fonctionner avec un rendement acceptable pour des sources thermiques entre lesquelles n'existe qu'une relativement faible différence de température (comparativement aux cycles traditionnels tels le cycle de Carnot).

15 Plusieurs dispositifs utilisant les matériaux à mémoire de forme existent donc actuellement.

Certains de ces dispositifs fournissent un mouvement de rotation après transformation de mouvements de translation. Ces dispositifs sont souvent complexes et butent sur la difficulté à réchauffer et refroidir successivement, avec un rendement acceptable, un actionneur situé à la même position lors de ces deux temps du cycle (par exemple brevet WO 86/04960).

D'autres dispositifs prétendent fournir directement un mouvement de rotation à partir d'une boucle en matériau à mémoire de forme circulant sur des poulies. Le brevet EP 0286 780A1 décrit un tel dispositif, basé sur la déformation géométrique de ce lien rigide, tantôt courbé, tantôt rectiligne, pour induire un mouvement de rotation des poulies. Les efforts parasites semblent importants, la capacité à fournir une vitesse de rotation élevée médiocre, et le fonctionnement théorique d'entraînement des poulies par ce mouvement de reptation du lien semble peu assuré.

Le brevet W091/07589 décrit un moteur thermique constitué de trois poulies entre lesquelles circule un lien flexible en matériau à mémoire de forme et exploite la

géométrie triangulaire du lien pour tenter de mettre en évidence un couple moteur.

Le brevet français 2727472 présente un "dispositif d'alimentation de courant pour véhicule électrique",
5 constitué de deux tambours de diamètres différents sur lesquels circulent des courroies en matériau à mémoire de forme.

Le but des dispositifs de ce type (poulies-courroies) est de créer un cycle continu de manière à produire
10 directement un mouvement de rotation, au lieu d'un mouvement alternatif.

Les dispositifs de ce type sont simples dans le principe, mais n'ont jamais fonctionné, et ne peuvent fonctionner sous cette forme.

15 La raison de cette impossibilité est le principe d'action-réaction : deux poulies reliées par une courroie en matériau à mémoire de forme, donc rétractile sur un brin, ne se mettent pas en rotation du fait de la seule rétraction d'un brin de la courroie.

20 En fait, le système au départ est en équilibre, les tensions sont égales dans chacun des deux brins de la courroie ; lorsqu'on chauffe l'un des deux brins pour le faire se rétracter, cette rétraction induit l'apparition d'un mouvement relatif des deux poulies, qui compense cette
25 rétraction, jusqu'à équilibre des tensions dans les deux brins du lien à mémoire de forme. Donc disparition d'un éventuel couple moteur.

Le principe même de l'action et de la réaction nous indique que, de même qu'on ne peut exercer un effort sans
30 d'adosser à un point d'appui, on ne peut fournir un couple moteur à un système isolé de poulies tournant librement, par le seul intermédiaire d'une rétraction du lien qui les unit, lui-même étant aussi isolé de toute action mécanique extérieure. Il suffit pour s'en convaincre de faire le bilan
35 des efforts et des moments sur un système de ce type, même avec des poulies dissymétriques : le bilan des moments des couples est nul.

Le dispositif selon l'invention permet de produire directement et en continu un mouvement de rotation assorti d'un couple moteur, avec un rendement acceptable.

Selon le mode de réalisation choisi, ce dispositif
5 permet la production d'énergie noble sous une autre forme que l'énergie mécanique (énergie électrique, pneumatique, hydraulique ou autre).

Il comporte en effet selon une première caractéristique un jeu de poulies (deux au minimum), chacune libre
10 en rotation sur un bâti fixe, sur lesquelles circule un lien souple fermé en matériau à mémoire de forme préalablement éduqué, des moyens de transport de fluide chauffant l'un des brins du lien à mémoire de forme et refroidissant l'autre brin, un élément de réaction reliant les deux poulies dans
15 leur mouvement de rotation, ainsi que, si nécessaire, des moyens annexes de régulation de tension des deux brins à mémoire de forme pour certains modes de réalisation (Fig. 1).

La fonction de l'élément de réaction est de produire
20 le couple de réaction nécessaire à l'existence d'un couple moteur.

L'élément de réaction, partie intégrante de ce dispositif réalise l'asservissement des mouvements de rotation des deux poulies entre elles.

25 Selon le mode de réalisation choisi, cet asservissement peut porter sur la position ou la vitesse angulaire relative des deux poulies, ou bien être un asservissement en couple, appliquant à chacune des deux poulies un couple de moment opposé.

30 Enfin certains modes de réalisation peuvent combiner divers modes d'asservissement entre ces deux poulies.

La figure 1 représente le schéma de principe d'un tel moteur.

Les figures 2 et 3 montrent le premier mode de
35 réalisation.

Ces deux figures représentent deux mécanismes de fonctionnement équivalent.

La figure 4 montre un deuxième mode de réalisation du dispositif selon l'invention.

La figure 5 montre un dispositif équivalent à ce deuxième mode de réalisation.

5 La figure 6 montre un troisième mode de réalisation.

Selon un mode de réalisation préférentiel (Fig. 2), le dispositif selon l'invention comporte deux poulies alignées dans un bâti fixe par l'intermédiaire de roulements. Ces deux poulies (1) et (2) sont de diamètres différents ; dans
10 les gorges de ces poulies circule un câble fermé en forme de ressort à boudin (3). Ce câble-ressort est réalisé en alliage à mémoire de forme nickel-titane, ayant subi une éducation préalable. A basse température ($\theta < 50^{\circ}\text{C}$), ce câble est allongé ; à haute température ($\theta > 90^{\circ}\text{C}$) ce câble
15 se rétracte en longueur, et ses spires se rapprochent en fonction de la température, exerçant un effort de traction.

Coaxialement à la poulie (1) et solidaire en rotation avec elle, est montée une poulie (4) entraînant par l'intermédiaire d'une courroie crantée (6) une poulie (5) solidaire
20 de la poulie (2) en rotation. Ces deux poulies (4) et (5) sont choisies ici de diamètres égaux.

Un moyen de chauffage chauffe en continu le brin (a) du câble à mémoire de forme, un moyen de refroidissement refroidit en continu le brin (b) de ce même câble.

25 Fonctionnement :

L'alliage à mémoire de forme nickel-titane a un coefficient de mémoire de forme (coef. d'allongement-rétraction) d'environ trois pour cent. Cette valeur représente la différence de longueur entre les deux formes
30 différentes d'un câble classique.

En utilisant un câble en forme de ressort à boudin, comme pour les actionneurs linéaires classiques faisant appel à ce type de matériau, le rapport des longueurs entre les deux formes du matériau, peut atteindre deux cent pour
35 cent, pour un rapport diamètre de fil sur diamètre de spire de un à dix.

C'est-à-dire qu'en chauffant le câble lors de sa circulation entre les deux poulies, ce dernier se rétracte suffisamment pour pouvoir utiliser deux poulies de diamètre assez différent.

- 5 Ici, la vitesse de rotation des deux poulies de câble à mémoire est identique, donc on peut dire du rapport de diamètres de ces deux poulies :

$$1 < \frac{D_2}{D_1} < 2$$

- 10 De plus, afin que le système se régule malgré de légers glissements du câble dans la gorge des poulies, il faut choisir des valeurs moyennes.

Le retour à la forme initiale à basse température (allongement) nécessite une tension T' minimale dans le
15 brin (3b). Pour l'alliage nickel-titane, cette valeur est d'environ le tiers de la tension motrice exploitable T dans le brin (3a).

A l'état de repos les tensions T et T' dans les deux brins sont égales, de même que les tensions t et t' dans les
20 deux brins de la courroie crantée classique (6). Le système est à l'arrêt.

On chauffe en continu le brin (3a) du câble à mémoire de forme, ce qui provoque sa rétraction et tend ce même brin.

- 25 La tension T dans le brin (3a) devient supérieure à la tension T' dans le brin (3b). L'élément de réaction (poulies (4) et (5), courroie crantée (6)) s'oppose à la rotation en sens inverse des 2 poulies (1) et (2) et donc s'oppose à l'équilibrage des tensions T et T'. Dans
30 l'élément de réaction apparaissent les tensions de courroies (t) supérieures aux tensions (t').

A cet instant, si l'on décrit cet équilibre en terme de moments :

Isolons l'ensemble :

- 35 poulie AMF (1) + poulie crantée (4) + axe de rotation.

Celui-ci est soumis à un couple \mathcal{E}_1 , de valeur nulle, puisque cet ensemble est en équilibre et isolé de l'extérieur

$$\mathcal{E}_1 = (T - T') \frac{D_1}{2} - (t - t') \frac{d}{2} = 0 \quad (1)$$

5

Isolons l'ensemble :

poulie AMF (2) + poulie crantée (5) + axe de rotation
Celui-ci est soumis à un couple \mathcal{E}_2 .

$$\mathcal{E}_2 = (T - T') \frac{D_2}{2} - (t - t') \frac{d}{2}$$

avec la relation (1) : $(t - t') \frac{d}{2} = (T - T') \frac{D_1}{2}$

10

On obtient : $\mathcal{E}_2 = (T - T') \left(\frac{D_2 - D_1}{2} \right)$

or $D_2 \neq D_1$ et on a vu que $T \neq T'$ donc \mathcal{E}_2 n'est pas nul.

\mathcal{E}_2 Est le couple moteur obtenu, \mathcal{E}_m .

$$\mathcal{E}_m = (T - T') \left(\frac{D_2 - D_1}{2} \right)$$

15

La vitesse de rotation des poulies dépend du temps nécessaire à la montée en température du câble. Il n'est pas nécessaire que le câble à mémoire soit rétracté dans toute la longueur du brin pour obtenir le fonctionnement, il suffit que les spires soient rétractées avant d'arriver sur la poulie (1) (de même, étirées avant d'arriver sur la poulie (2)). Cette vitesse de rotation est directement proportionnelle, toutes choses égales par ailleurs, à la longueur des brins soumis au chauffage et au refroidissement, et inversement proportionnelle au diamètre des poulies de câble à mémoire.

25

On peut écrire, si N est la vitesse de rotation de la poulie (2) :

$$N \equiv K \left(\frac{\ell}{D_2} \right) \text{ indépendamment du fait que les puissances de}$$

chauffe et refroidissement doivent être adaptées.

- 7 -

Rendement thermodynamique théorique :

- pour l'alliage nickel-titane, la chaleur spécifique vaut : 490 J/kg°K,

5 - pour un $\Delta \theta$ d'environ 80°C (rétraction maximale) entre les deux formes du matériau, on perd : 38,2 kJ/kg de matériau.

L'enthalpie de transformation pour ce matériau vaut : 28000 J/kg.

On devra donc fournir, hors pertes annexes, 67,2 kJ/kg
10 de matériau, pour récupérer au mieux : 28 kJ/kg

$\mu_{th} \approx 0,4$ avec des moyens de chauffage parfaits.

Cette valeur théorique est néanmoins une valeur
extrêmement élevée eu égard à la faible différence de
température nécessaire entre la source chaude et la source
15 froide.

Ceci s'explique par les caractéristiques du matériau
(le cycle de Carnot, lui, est basé sur les caractéristiques
des gaz parfaits).

Un mode de réalisation équivalent est représenté à la
20 figure 3 : les poulies de câble AMF sont de diamètres
identiques, et synchronisées à vitesses différentes par des
poulies crantées de diamètres différents entre eux.

Selon un autre mode de réalisation, les deux poulies
de l'élément moteur sont de diamètres différents et
25 l'élément de réaction est constitué d'un deuxième élément
moteur disposé tête-bêche avec le premier, les poulies étant
solidaires en rotation deux à deux. Bien entendu, l'ensemble
est réversible, chacun des deux éléments pouvant
indifféremment s'appeler "élément moteur" ou "élément de
30 réaction", et chacun des deux participant à la transfor-
mation d'énergie calorifique en énergie mécanique (Fig. 4).

A la figure 5, un schéma équivalent à cette
disposition : chaque grande poulie (7) et (8) est liée en
rotation avec la petite poulie de l'autre ensemble (9) et
35 (10), par l'intermédiaire d'une courroie crantée clas-
sique (11) et (12).

Selon un autre mode de réalisation, un lien flexible en forme de ressort à boudin réalisé en alliage à mémoire de forme (13) circule sur deux poulies (14) et (15).

L'un des brins est chauffé en continu, l'autre brin
5 est refroidi en continu.

L'une des poulies est mue en rotation par un moteur électrique à courant continu (16). La deuxième poulie entraîne un moteur élec. A courant continu utilisé en récepteur (17). La rétraction du câble se fait sur le brin
10 tendu par les couples du moteur électrique et de l'alternateur.

Le moteur entraîne le câble à une vitesse circonférentielle v_1 sur sa poulie : par suite de la rétraction de celui-ci, l'alternateur voit défiler le câble à une
15 vitesse v_2 supérieure à v_1 , et reçoit plus d'énergie mécanique que n'en a délivré le moteur, le reste étant fourni par une partie de la puissance de chauffe.

Le moteur électrique et le récepteur sont couplés électriquement par des câblages et un boîtier de
20 régulation (18) comportant une batterie de démarrage, et comportant une sortie (19) délivrant l'énergie électrique produite.

Dans ce cas, l'ensemble moteur-boîtier de régulation-récepteur réalise un asservissement en couple de la rotation
25 des deux poulies.

REVENDEICATIONS

- 1) Moteur thermique utilisant le changement de
5 longueur d'un lien souple fermé en matériau à mémoire de
forme circulant sur au moins deux poulies ; l'un des brins
du lien à mémoire étant chauffé en continu, l'autre brin
refroidi en continu ; caractérisé en ce qu'il comporte une
partie dénommée "élément de réaction".
- 10 Cet élément de réaction consiste en un asservissement
en position, vitesse, ou couple, ou encore hybride, entre la
rotation des deux poulies sur lesquelles circule le lien en
matériau à mémoire de forme, et sert de support au couple de
réaction nécessaire à la production d'un couple moteur.
- 15 2) Elément dénommé "élément de réaction" réalisant
l'asservissement entre les poulies d'un moteur thermique
dont l'agent moteur est un lien souple fermé en matériau à
mémoire de forme. Sert de support au couple de réaction
nécessaire à la production d'un couple moteur.
- 20 3) Machine thermique et élément de réaction suivant
les revendications 1 et 2 caractérisés en ce que l'élément
de réaction est constitué de composants permettant de
produire directement de l'énergie électrique, pneumatique ou
hydraulique à partir de l'énergie calorifique absorbée par
25 la machine.
- 4) Moteur thermique et élément de réaction suivant
les revendications 1 et 2 caractérisés en ce que l'élément
de réaction est un deuxième élément moteur disposé de telle
sorte que la tension dans le brin le plus tendu de l'élément
30 de réaction s'oppose à la tension dans le brin le plus tendu
de l'élément moteur, constituant le couple de réaction
nécessaire à la production d'un couple moteur.

1/3

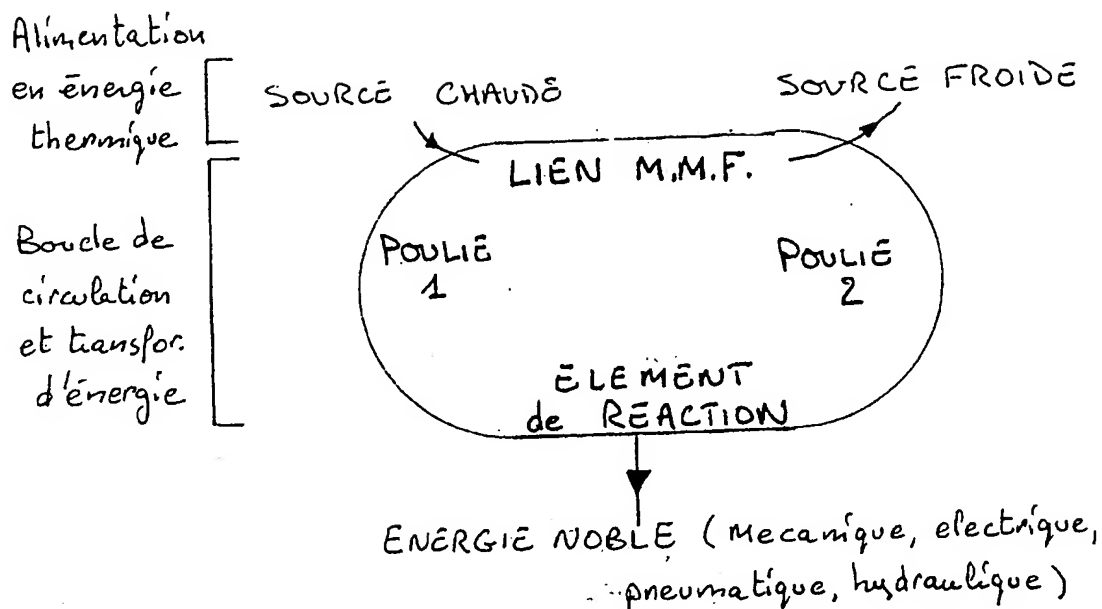
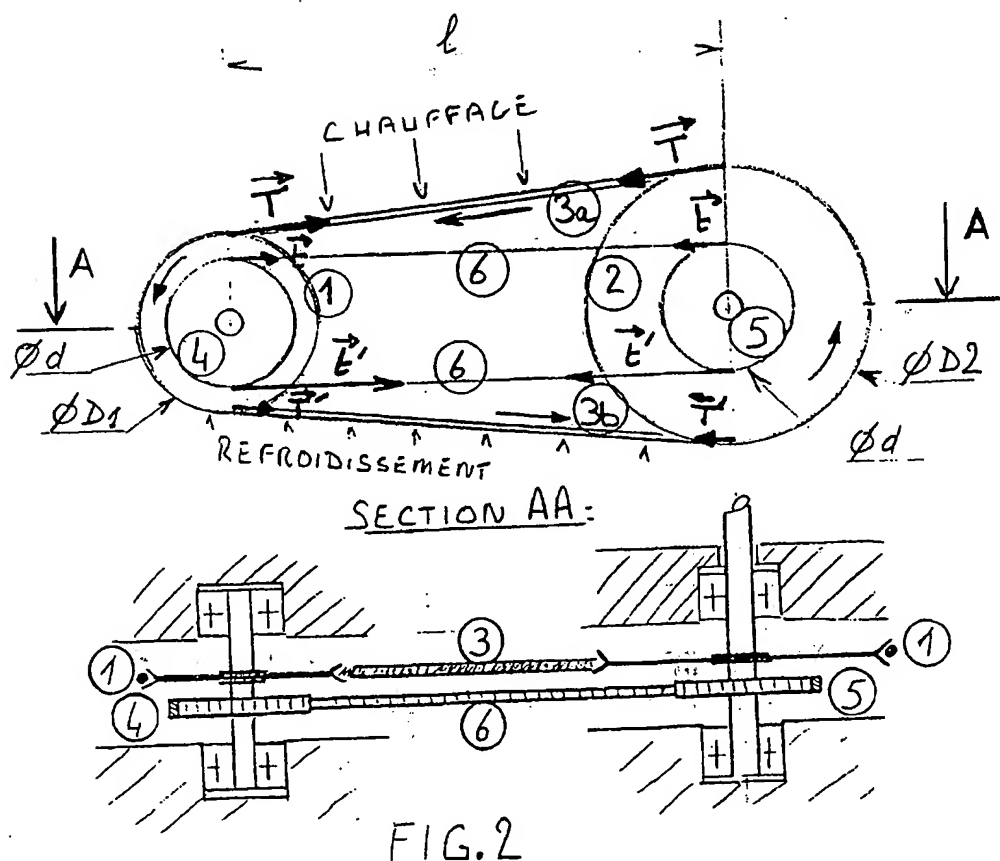
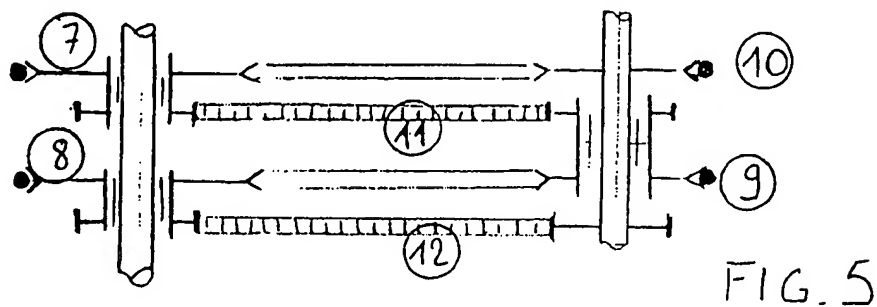
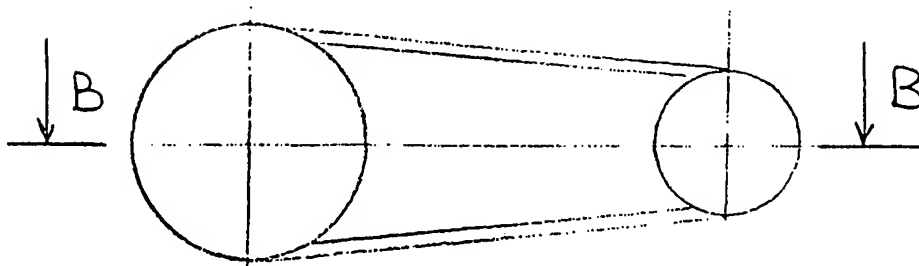
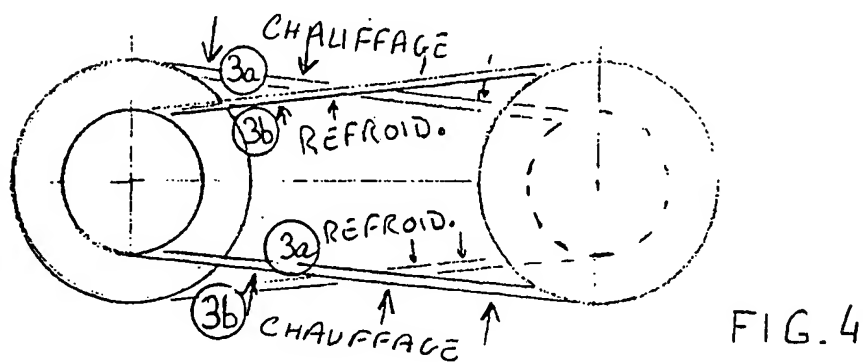
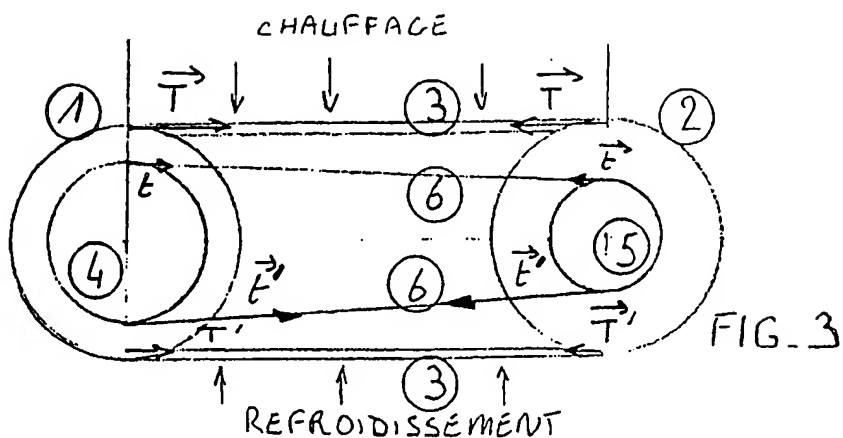


FIG.1



2/3



3/3

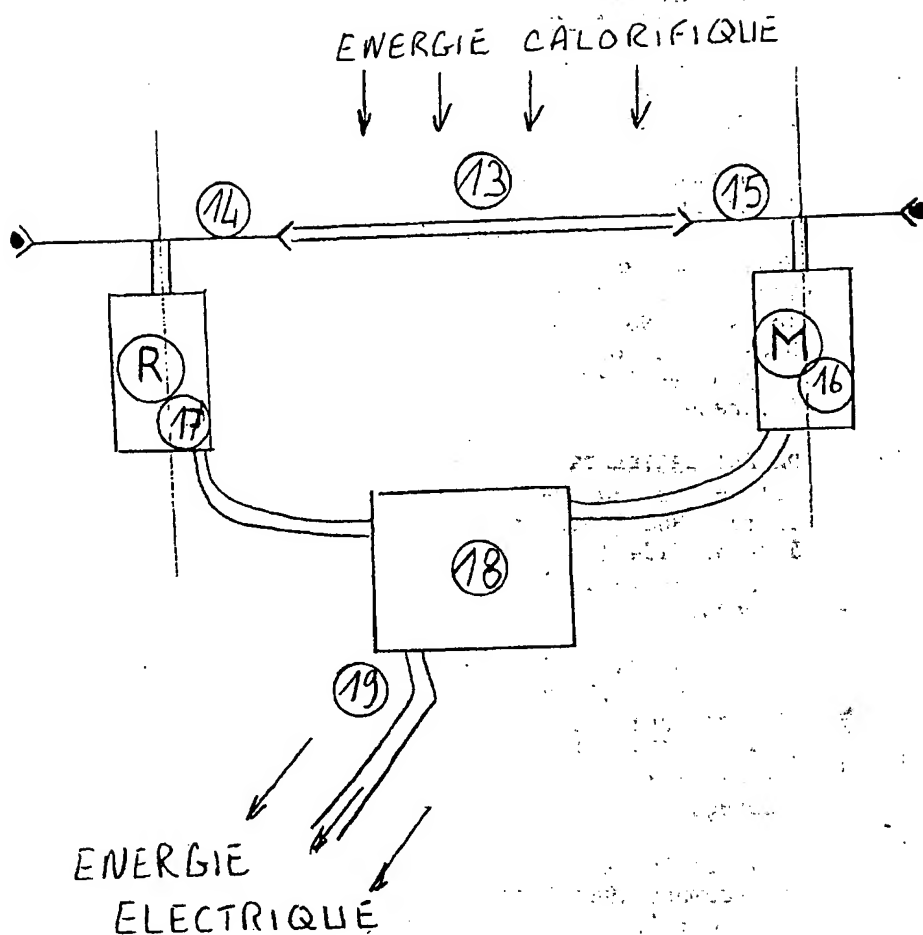


FIG. 6

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
national

FA 576889

FR 9900912

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 77 (M-464) [2134], 26 mars 1986 (1986-03-26) & JP 60 219477 A (TOSHIBA), 2 novembre 1985 (1985-11-02) * abrégé *	1,2
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 92 (M-208) [1237], 16 avril 1983 (1983-04-16) & JP 58 015768 A (SHARP), 29 janvier 1983 (1983-01-29) * abrégé *	1,2
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 80 (M-129), 19 mai 1982 (1982-05-19) & JP 57 018471 A (SHARP), 30 janvier 1982 (1982-01-30) * abrégé *	1,2
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 147 (M-088), 17 septembre 1981 (1981-09-17) & JP 56 077575 A (SHARP), 25 juin 1981 (1981-06-25) * abrégé *	1,2
X	--- US 4 305 250 A (CORY) 15 décembre 1981 (1981-12-15) * colonne 4, ligne 55 - colonne 6, ligne 7 * * colonne 6, ligne 53 - ligne 67; figures 1,2 * --- -/-	1,2
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
6 décembre 1999		Joris, J
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)

INSTITUT NATIONAL

de la

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 576889

FR 9900912

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US 4 246 754 A (WAYMAN) 27 janvier 1981 (1981-01-27) * colonne 2, ligne 61 - colonne 3, ligne 2; figure 3 *	1,2
X	US 4 075 846 A (LI) 28 février 1978 (1978-02-28) * colonne 5, ligne 28 - ligne 36; figure 11 *	1,2
X	GINELL: "Nitinol Heat Engines for low thermal energy conversion" MECHANICAL ENGINEERING, vol. 101, no. 5, 31 mai 1979 (1979-05-31), pages 28-33, XP002124785 new york * page 30, colonne de droite, alinéa 4; figure 7 *	1,2
X	US 5 031 711 A (TANAKA) 16 juillet 1991 (1991-07-16) * colonne 2, ligne 10 - ligne 25 * * colonne 3, ligne 3 - ligne 11; figure 1 *	1,2
X	GB 2 072 756 A (SHARP) 7 octobre 1981 (1981-10-07) * page 1, ligne 84 - ligne 98; figure 1 *	1,2
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
6 décembre 1999		Joris, J
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)